

ANALISIS PENGARUH LIMBAH ABU AMPAS TEBU DAN BETON MIX UNTUK CAMPURAN KUAT TEKAN MUTU BETON K350

**M. Hasanul Hagana¹⁾, Asri Mulyadi²⁾, Ligal Sebastian³⁾,
Rita Anggrainy⁴⁾, Goh Wan Inn⁵⁾, Irfa Kodri⁶⁾, H. Mega Yunanda⁷⁾**

¹⁾*Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Palembang*

^{2,3,4,6,7)}*Dosen Fakultas Teknik Universitas Palembang*

⁵⁾*Dosen Fakultas Teknik Sipil Universiti Tun Hussein Onn Malaysia*

e-mail: m.hasanulhagana@gmail.com¹⁾, asrimulyadi@unpal.ac.id²⁾, ligal.oke@gmail.com³⁾,
rita.anggrainy@gmail.com⁴⁾, wigoh@uthm.edu.my⁵⁾, irfakodri@unpal.ac.id⁶⁾, megayunanda@gmail.com⁷⁾

ABSTRAK

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Berbagai penelitian di bidang beton dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas mutu beton, sampai saat ini semakin banyak inovasi yang dikembangkan dalam pembuatan beton, salah satunya penulis memanfaatkan hasil limbah lingkungan sebagai bahan pengganti agregat pada campuran beton. Di setiap proses penggilingan tebu tidak hanya menghasilkan gula tetapi juga menghasilkan limbah abu ampas tebu. Jika limbah ini di buang secara sembarangan tentunya akan menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Maka perlu upaya untuk memanfaatkan limbah yang ada sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan. Dari hasil beberapa artikel yang penulis baca, bahwa di peroleh kandungan silikat abu ampas tebu sebesar 68,5% sehingga memiliki sifat pozzolan. Dengan demikian melalui penelitian ini penulis mencoba limbah abu ampas tebu sebagai pengganti semen dan beton mix sebagai aditif beton. Berdasarkan upaya di atas, maka tujuan penelitian ini adalah membandingkan kuat tekan beton normal dengan beton memakai bahan limbah abu ampas tebu sebagai bahan pengganti semen dan BetonMix sebagai aditif beton dalam campuran beton. Mengetahui pengaruh limbah abu ampas tebu sebagai bahan pengganti semen dan beton mix sebagai aditif beton dengan variabel tertentu terhadap kuat tekan beton. Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan penulis maka dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut : Berdasarkan pengujian slump dapat diketahui bahwa slump yang dicapai mulai dari beton normal, Beton dengan limbah abu ampas tebu 6%, 12%, 24% dan BetonMix 1% dari berat semen masih memenuhi slump yang disyaratkan antara 60 – 100 mm. Kuat tekan mutu beton K350 yang dihasilkan dari Pengujian benda uji pada umur beton 28 hari, yang diuji adalah beton normal, beton dengan limbah abu ampas tebu 6%, 12%, 24% dan BetonMix 1% dari berat semen adalah : Campuran mutu beton K350 normal tanpa menggunakan campuran pengganti semen pada umur 28 hari didapat kuat tekan sebesar 353,25 kg/cm². Campuran mutu beton K350 yang menggunakan campuran limbah abu ampas tebu 6% dan BetonMix 1% dari berat semen pada umur 28 hari didapat kuat tekan sebesar 324,57 kg/cm². Campuran mutu beton K350 yang menggunakan campuran limbah abu ampas tebu 12% dan BetonMix 1% dari berat semen pada umur 28 hari didapat kuat tekan sebesar 318,53 kg/cm². Campuran mutu beton K350 yang menggunakan campuran limbah abu ampas tebu 24% dan BetonMix 1% dari berat semen pada umur 28 hari didapat kuat tekan sebesar 238,52 kg/cm². Dari hasil kuat tekan yang didapat pada pengujian, beton yang menggunakan campuran limbah abu ampas tebu 6%, 12%, 24% dan BetonMix 1% dari berat semen tidak mempunyai kuat tekan yang melebihi dari Campuran mutu beton K350 normal.

Kata Kunci: limbah abu ampas tebu, mutu beton, BetonMix.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Berbagai penelitian di bidang beton dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas mutu beton, sampai saat ini semakin banyak inovasi yang dikembangkan dalam pembuatan beton, salah satunya memanfaatkan hasil limbah lingkungan sebagai bahan pengganti agregat pada campuran beton. Konsep bahan bangunan yang memanfaatkan sesuatu yang sudah dianggap tidak penting, seperti limbah abu ampas tebu (Mulyadi et al., 2023). Beton merupakan salah satu dari komponen bangunan. Berdasarkan SNI 2847:2013 definisi beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Di setiap proses penggilingan tebu tidak hanya menghasilkan gula tetapi juga menghasilkan limbah abu ampas tebu. Jika limbah ini di buang secara sembarangan tentunya akan menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Maka perlu upaya untuk memanfaatkan limbah yang ada sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan (Mulyadi et al., 2023). Dari hasil beberapa artikel yang penulis baca, bahwa di peroleh kandungan silikat abu ampas tebu sebesar 68,5% sehingga dapat menjadi bahan pengganti semen karena abu ampas tebu termasuk sebagai pozzolan (Hanafiah et al., 2017). Dengan demikian melalui penelitian ini penulis mencoba limbah abu ampas tebu sebagai pengganti semen dan beton mix sebagai aditif beton, dengan adanya pemanfaatan abu ampas tebu ini diharapkan dapat mengurangi pencemaran lingkungan karena berkurangnya emisi gas rumah kaca khususnya CO₂ akibat produksi semen dan dapat meningkatkan kuat tekan mutu beton rencana (Saloma et al., 2016).

B. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas, maka tujuan penelitian ini adalah :

1. Membandingkan kuat tekan beton normal dengan beton memakai bahan limbah abu ampas tebu sebagai bahan pengganti semen dan beton mix sebagai aditif beton dalam campuran beton.
2. Mengetahui pengaruh limbah abu ampas tebu sebagai bahan pengganti semen dan beton mix sebagai aditif beton dengan variabel tertentu terhadap kuat tekan beton.

C. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan pengetahuan pemanfaatan limbah abu ampas tebu sebagai bahan pengganti semen dan beton mix sebagai aditif beton pada campuran beton.
2. Mengetahui nilai kuat tekan beton menggunakan limbah abu ampas tebu sebagai bahan pengganti semen dan beton mix sebagai aditif beton.

D. Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh limbah abu ampas tebu sebagai bahan pengganti semen dan beton mix sebagai aditif beton terhadap kuat tekan beton.
2. Bagaimana pengaruh perbandingan beberapa variabel campuran limbah abu ampas tebu sebagai bahan pengganti semen dan beton mix sebagai aditif beton.
3. Batasan masalah di dalam penelitian ini penulis membatasi ruang lingkup pekerjaan pengujian – pengujian bahan material dan benda uji kuat tekan di laboratorium.

E. Batasan Masalah

Penelitian dilakukan terhadap beton dengan membandingkan antara beton normal dengan beton yang menggunakan limbah abu ampas tebu sebagai bahan pengganti semen dan beton mix sebagai aditif beton dalam campuran beton, perlakuan yang diambil pada penelitian ini sebanyak 4 perbandingan yaitu ;

1. Beton Normal (BN) mutu beton K350.
2. Beton dengan limbah abu ampas tebu 6% dan BetonMix 1% dari berat semen (BA6%BM).
3. Beton dengan limbah abu ampas tebu 12% dan BetonMix 1% dari berat semen (BA12%BM).
4. Beton dengan limbah abu ampas tebu 24% dan BetonMix 1% dari berat semen (BA24%BM).

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Persiapan Peralatan

Penelitian ini dilaksanakan dilaboratorium test bahan dan struktur sipil

Fakultas Teknik Universitas Palembang, sebelum penelitian dilakukan perlu adanya persiapan peralatan dan bahan.

Peralatan yang digunakan berupa alat-alat untuk memeriksa agregat terdiri dari :

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
- 2) Satu set saringan, untuk memeriksa agregat halus dan kasar.
- 3) Gelas ukur
- 4) Piknometer
- 5) Kerucut terpancung
- 6) Penumbuk
- 7) Pan aluminium
- 8) Pelat kaca
- 9) Cawan
- 10) Oven yang dilengkapi pengatur suhu.
- 11) Density spoon
- 12) Mesin penggetar ayakan
- 13) Timbangan
- 14) Spatula
- 15) Tabung silinder
- 16) Jangka sorong
- 17) Kuas
- 18) Ember plastic

Alat pembuat benda uji :

1. Timbangan
2. Cawan
3. Sendok spesi
4. Cetakan beton dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm.
5. Peralatan pengukur slump, berupa :
 - a) Kerucut dengan diameter bagian bawah 20 cm, bagian atas 10 cm, dan tinggi 30 cm, bagian atas dan bawah cetakan terbuka.
 - b) Tongkat pemadat dengan diameter 16 mm, panjang 60 cm ujung dibulatkan dan sebaiknya bahan tongkat terbuat dari baja atau tahan karat.
 - c) Plat logam dengan permukaan rata dan kedap air
 - d) Plat siku
6. Peralatan pengukur berat volume yang berupa :
 - a) Wadah baja yang berbentuk silinder dengan alat pemegang
 - b) Tongkat pemadat.
 - c) Mistar perata

B. Persiapan bahan–bahan penelitian

- 1) Semen Portland Padang type I;
- 2) Agregat halus (pasir);
- 3) Agregat kasar (split);

4) Limbah abu ampas tebu;

5) Beton Mix.

Sebelum membeli bahan-bahan tersebut, sebaiknya diperkirakan terlebih dahulu berapa jumlah yang dibutuhkan. Untuk pasir : harus diperhitungkan yang terbuang setelah pengayakan. Sebaiknya jumlah pasir dan koral dilebihkan, agar pemeriksaan agregat tidak terulang lagi, karena mengingat karakteristik agregat tidak akan sama untuk tiap pembelian. Semen sebaiknya dibeli pada waktu mendekati hari pengecoran, karena penyimpanan semen yang terlalu lama akan mengurangi mutu, jika penyimpanan yang kurang tepat dapat menyebabkan semen mengeras dan terjadi penggumpalan (Asri Mulyadi, Saloma, 2025).

C. Bahan Dasar Pembentuk Beton

Beton terdiri dari tiga bahan, yaitu : semen, pasir, koral (Split), dan air, jika diperlukan dibutuhkan bahan pembantu (*admixture*) untuk merubah sifat-sifat tertentu dari beton yang bersangkutan. Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat tidak memainkan peranan dalam reaksi kimia tersebut, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan-perubahan volume beton setelah selesai pengadukan (Asri Mulyadi, Saloma, 2024). Beton pada umumnya mengandung :

- 1) Rongga - rongga udara 1% - 2%;
- 2) Pasta semen (semen + air) 25% - 40%;
- 3) Agregat (Kasar + halus) 60% - 70%.

1. Semen

Semen yang dipakai sebagai petunjuk sekelompok bahan ikat hidrolik untuk pembuatan beton, Hidrolik berarti :

- 1) Semen bereaksi dengan air dan membentuk suatu batuan massa.
- 2) Suatu produksi keras (batuan semen) yang kedap air.

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesif dan kohesif yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat (Anggrainy et al., 2024).

SKSNI S-04-1989-F tentang *Spesifikasi Bahan Perikat Hidrolis Sebagai Bahan Bangunan* membedakan berbagai jenis

semen sebagai bahan perekat antara lain:

1. Semen Portland.

Adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling klinker, yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dan gips sebagai bahan pembantu.

2. Semen Portland Pozolan.

Adalah suatu bahan pengikat hidrolis yang dibuat dengan menggiling halus klinker semen Portland dan Pozolan, atau sebagai campuran yang merata antara bubuk pozolan selama penggilingan atau pencampuran dapat ditambahkan bahan-bahan lain asal tidak mengakibatkan penurunan mutunya.

3. Semen Pozolan Kapur.

Adalah suatu bahan pengikat hidrolis yang dibuat dengan menggiling halus bahan pozolan dengan kapur atau yang dibuat dengan mengaduk secara cermat dan merata suatu bahan pozolan halus dengan kapur padam.

4. Semen Portland Putih.

Adalah semen hidrolis yang berwarna putih, dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis bersama bahan tambahan yang biasanya adalah gips, semen Portland putih dapat digunakan untuk semua tujuan di dalam pembuatan adukan semen serta beton yang tidak memerlukan persyaratan khusus, kecuali warnanya yang putih.

2. Agregat

Agregat adalah bahan-bahan campuran beton yang saling diikat oleh perekat semen. Agregat yang umum dipakai adalah pasir, kerikil, dan batu pecah.

Pemilihan agregat tergantung dari :

- Syarat – syarat yang ditentukan beton (yang dimuat dalam PBI 1971(Pekerjaan, 1971) atau SK SNI S-04-1989-F);
- Persediaan lokasi pembuatan beton;
- Perbandingan yang telah ditentukan antara biaya dan mutu.

SK SNI S-04-1989-F Tentang Spesifikasi Agregat sebagai bahan bangunan memuat berbagai jenis agregat sebagai bahan bangunan, yaitu:

- 1) *Agregat halus* untuk beton adalah agregat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batu – batuan atau berupa pasir

buatan yang dihasilkan oleh alat – alat pemecah batu dan mempunyai ukuran butir sebesar 5 mm.

- 2) *Agregat kasar* untuk beton adalah agregat berupa kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batu – batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu, dan mempunyai ukuran butir antara 5 – 40 mm. besar butir maksimum yang diijinkan tergantung pada maksud pemakaian.
- 3) *Sirtu* adalah campuran dari pasir, kerikil / batu – batuan kecil yang diambil dari dasar sungai atau dari daratan.
- 4) *Sirtu buatan* adalah sirtu yang dibuat dari campuran pecahan batu berukuran kecil dan tepung batu yang merupakan hasil sampingan alat pemecah batu (Stone crusher) dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya.
- 5) *Pasir standar* yang dimaksud dengan standar ini adalah pasir kwarsa alam dari Bangka, dengan susunan butir dan sifat-sifat tertentu yang digunakan untuk uji semen Portland.

3. Air

(R.Sagel, P.Kole, Gideon Kusuma, *Bahan dan Praktek Beton*) Dalam pembuatan beton, air digunakan sebagai pereaksi semen menjadi pasta sehingga menjadi campuran beton tersebut menjadi mudah dikerjakan, Air yang digunakan harus bersih, tidak mengandung minyak, asam, alkali, garam, zat organik atau bahan lainnya yang bersifat perusak. Pada umumnya air dapat dipakai untuk campuran beton, namun air yang dapat digunakan untuk adukan beton tidak berarti tidak dapat diminum. Air yang mengandung zat kimia dalam batas tingkat konsentrasi tertentu masih dapat digunakan dalam adukan beton.

Dalam pembuatan adukan beton, air berperan sangat penting karena perbandingan jumlah air dan semen (WC / Ratio), Yaitu nilai banding antara berat air bebas dan berat semen dalam beton. Akan berpengaruh pada :

1. Kekuatan beton (Strength of concrete)
2. Keawetan beton (Durability of concrete)
3. Kemudahan pekerjaan (Workability)
4. Kestabilan volume (Volume stability)

Agar terjadi proses hidrasi yang

sempurna dalam adukan beton, pada umumnya dipakai nilai faktor air semen 0,40 - 0,60 tergantung mutu beton yang hendak dicapai. Umumnya semakin tinggi mutu beton rencana semakin rendah nilai faktor air semennya. Akan tetapi untuk mendapatkan kemudahan dalam pengerjaannya dibutuhkan bahan tambahan, seperti : BetonMix dengan nilai faktor air semen yang tetap rendah.

Selain untuk adukan beton, air juga berfungsi dalam perawatan basah pada beton. Dalam perawatan ini beton yang telah mengeras dibasahi dengan air secara terus-menerus atau direndam dalam air. Air yang banyak mengandung kotoran akan mengganggu proses pengerasan beton dan kekuatan beton tersebut. Oleh karena itu, air yang akan digunakan harus diperiksa terlebih dahulu secara visual dan kimiawi.

Kandungan air pada agregat

Jumlah air yang terdapat dalam agregat dari keadaan kering oven sampai keadaan kering muka yang disebut air yang diserap dan dinyatakan dalam persen (%) berat kering. Air permukaan atau air yang mengisi semua permukaan agregat dan sudah pada keadaan jenuh disebut air bebas. Air yang diserap oleh agregat akan tetap berada dalam agregat sedangkan air bebas akan bercampur dengan air semen dan akan berfungsi sebagai air yang berbentuk pasta semen. Semakin tinggi kadar air agregat akan semakin kecil pula penambahan air pada campuran beton yang dikehendaki untuk memenuhi kadar air yang dicapai.

4. Limbah Abu Ampas Tebu

Abu ampas tebu adalah abu yang diperoleh dari ampas tebu yang telah diperas niranya dan telah melalui proses pembakaran pada ketel-ketel uap di mana ampas tebu ini digunakan sebagai bahan bakar pada ketel uap. Ketel uap merupakan sumber pembangkit tenaga untuk menggerakkan alat penggilingan tebu cinta manis (Mulyadi, 2012).

Tabel Komposisi Kimia Limbah Abu Ampas Tebu

Senyawa kimia	Persentase(%)
SiO ₂	70 63
Fe ₂ O ₃	3 96
Al ₂ O ₃	3 48
K ₂ O	1 75
TiO ₂	1 55

P ₂ O ₅	0 927
CaO	0 728
MgO	0 706
SO ₃	0 235
CL	0 134
ZrO ₂	0 0906
MnO	0 0627
Cr ₂ O ₃	0 0424
Na ₂ O	0 0308
V ₂ O ₅	0 0141
ZnO	0 0051
CuO	0 0028
NiO	0 0027

Sumber:Laboratorium Pusat Survei Geologi 2022

5. Pemeriksaan Agregat

Penggunaan agregat dalam beton mencapai 70 % - 75 % dari seluruh volume massa padat beton. Untuk mencapai kekuatan beton yang baik yang sesuai dengan yang direncanakan, maka perlu adanya pemeriksaan agregat.

a. Pemeriksaan Agregat Halus

Adapun pemeriksaan yang akan dilakukan untuk agregat halus yaitu berat jenis dan penyerapan, berat isi gembur dan padat, kadar lumpur, kadar air dan analisa ayak.

b. Pemeriksaan Agregat Kasar

Adapun pemeriksaan yang dilakukan pada agregat kasar yaitu berat jenis dan penyerapan, berat isi gembur dan berat isi padat, kadar lumpur dan analisa ayak.

6. Perencanaan Campuran Beton

Metode perencanaan campuran beton yang digunakan dalam penelitian ini dengan menggunakan campuran beton dengan mutu beton rencana 31,2 MPa (K350).

Dengan langkah kerja sebagai berikut:

1. Menentukan karakteristik kuat tekan yang diisyaratkan diambil 31,2 MPa atau 350 kg/cm² pada umur 28 hari dengan jumlah cacat 5 % dari banyak sample.
2. Menentukan deviasi standar (s) dengan melihat tabel.
3. Nilai tambah (margin) menggunakan rumus $= k \times s$

4. Menghitung kekuatan rata-rata yang akan dicapai dengan menjumlahkan hasil nomor 1 + 3
5. Menetapkan jenis semen yang digunakan adalah semen Portland type I
6. Menetapkan jenis agregat yang dipakai adalah :
 - Agregat Halus : alami
 - Agregat Kasar : alami / batu pecah
7. Faktor air semen ditentukan dengan berpedoman pada grafik 1 dan 2 kemudian disesuaikan dengan type semen yang dipakai dan kekuatan tekan yang direncanakan pada umur 28 hari.
8. Faktor air semen maksimum dapat dilihat pada tabel yang disesuaikan dengan kondisi penggunaan beton tersebut.
9. Menentukan tinggi slump dengan menyesuaikan kegunaan dari beton tersebut untuk konstruksi
10. Ukuran kadar agregat ditentukan dari hasil analisa saringan dengan mengambil ukuran agregat maksimum lolos saringan
11. Kadar air bebas dapat dilihat pada tabel disesuaikan dengan besarnya slump dan ukuran agregat maksimum
12. Kadar semen tiap m beton dihitung dari perbandingan air dengan factor air semen (no 11 / no 7).
13. Kadar semen maksimum tidak ditentukan jadi dapat diabaikan
14. Kadar semen minimum ditetapkan 275 kg / m³
15. Susunan besar butir agregat disesuaikan dengan analisa saringan yang ditentukan
16. Persentase agregat halus diperoleh dari perbandingan gabungan antara agregat halus dan kasar
17. Berat jenis agregat kering permukaan diperoleh dari perbandingan rata – rata berat jenis agregat halus dan kasar
18. Berat jenis beton diperoleh dari grafik dengan membuat grafik baru yang sesuai dengan nilai berat jenis gabungan
19. Kadar agregat gabungan = berat jenis beton dikurangi jumlah kadar semen dan kadar air.
20. Kadar agregat halus = persentase agregat halus (16) x kadar agregat gabungan (no 19)
21. Kadar agregat kasar = kadar agregat gabungan (19) dikurangi kadar agregat halus (20)

Dari langkah no.1 sampai no.21, didapat

susunan campuran beton teoritis untuk tiap 1 m³ yaitu diperlukan semen sebanyak (no.12), air (no.11), pasir (no.20), koral (no.21)

Dalam perhitungan yang telah dilakukan, agregat halus dan agregat kasar dalam keadaan jenuh kering permukaan (SSD) maka apabila material yang ada di lapangan tidak jenuh kering permukaan harus dilakukan koreksi terhadap kebutuhan bahannya.

7. Pembuatan Benda Uji

Adapun langkah pengerjaannya adalah sebagai berikut:

1. Menghitung proporsi bahan campuran sesuai dengan mix design
2. Menyiapkan masing-masing bahan campuran sesuai berat proporsi
3. Masukkan semen dan agregat ke dalam bak aduk kemudian aduk hingga tercampur rata.
4. Masukkan air sedikit demi sedikit sambil terus diaduk sampai keseluruhan air yang telah dihitung habis.
5. Pengadukan dilakukan sampai adukan beton homogen.

8. Pengujian Slump

Adapun langkah pengerjaannya adalah sebagai berikut :

1. Kerucut terpancung dan pelat dibasahi dengan kain basah
2. Letakkan kerucut terpancung di atas pelat.
3. Isilah kerucut terpancung sampai penuh dengan beton segar dalam 3 lapisan, setiap 25 kali tumbukkan secara merata. Pada pemadatan, tongkat harus tepat masuk sampai lapisan bagian bawah tiap lapisan.
4. Segera setelah selesai pemadatan ratakan permukaan benda uji dengan tongkat, tunggu selama 30 detik dan dalam jangka waktu ini semua benda uji yang jatuh disekitar kerucut harus disingkirkan.
5. Kemudian angkat kerucut secara perlahan-lahan ke atas secara tegak lurus.
6. Ukurlah slump yang terjadi dengan menentukan penurunan benda uji terhadap puncak kerucut terpancung.
Perhitungan : Besar Slump = Tinggi Penurunan Benda Uji.

9. Perawatan Benda Uji

Setelah beton mengeras atau beton tersebut berumur 1 × 24 jam, beton dibuka dari

cetakan. Pada saat membuka cetakan usahakan tidak ada getaran yang dapat mengganggu proses pengerasan dan pengikatan beton. Setelah beton dibuka dari cetakan kemudian beton tersebut direndamkan dalam air selama umur beton yang diperhitungkan. Perendaman ini bertujuan untuk membantu proses pengerasan beton tersebut. Pada proses perendaman berfungsi untuk mengisi rongga-rongga yang ada pada beton, air beraksi dengan semen sehingga tidak ada rongga / pori yang belum terisi benar oleh adukan maka reaksi dari semen dan air tersebut akan menutup pori tersebut. Dengan perendaman ini maka diharapkan kekuatan yang ditargetkan dapat dicapai. pada perendaman ini juga dijaga agar jangan sampai beton mengalami getaran / gangguan yang dapat mengganggu pengerasan.

10. Pengujian Kuat Tekan Beton

Setelah beton mengalami masa perendaman atau pemeliharaan, jika sudah mencapai umur yang direncanakan maka beton tersebut harus diangkat dari perendaman. Setelah itu kubus beton dikeringkan dari air kemudian ditimbang untuk mengetahui berat isi dari beton keras, kemudian setelah itu dilakukan pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan mesin uji kuat tekan. Setelah diperoleh data dari hasil uji kuat tekan beton, maka data tersebut diolah dengan menggunakan rumus ketentuan dari SK.SNI.T-15-1990-03 sebagai berikut :

$$\sigma b' = \frac{W}{A} \dots \dots \dots (1)$$

Dengan :

$\sigma b'$ = Kuat tekan beton masing-masing sample (kg/cm²)

W = Berat beban masing-masing sample (kg)

A = Luas penampang kubus (cm²)

$$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma b'}{N} \dots \dots \dots (2)$$

Dengan :

σ_{bm} = Kuat tekan beton rata-rata (kg/cm²)

σ_{bi} = Kuat tekan beton (kg/cm²)

N = Jumlah seluruh sample

III. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Agregat halus dan agregat kasar yaitu pasir dan split diperiksa dulu sebelum digunakan sebagai bahan penyusun campuran beton.

A. Pemeriksaan Agregat Halus

Pemeriksaan agregat halus yang dilakukan di laboratorium test bahan dan struktur sipil Fakultas Teknik Universitas Palembang meliputi berat isi gembur dan berat isi padat, analisa saringan, berat jenis dan penyerapan, kadar lumpur dan kadar air, agregat halus yang digunakan adalah pasir sungai musi.

Dari pemeriksaan yang telah dilakukan di laboratorium didapat data – data sebagai berikut :

1. Agregat Halus

Tabel Data – data Pasir

No	Uraian	Keterangan
1	Berat isi gembur	1,090 gr / cm ³
2	Berat Isi Padat	1,269 gr / cm ³
3	Modulus Kehalusan	3,861
4	Berat jenis SSD	2,427
5	Kadar Lumpur	0,807 %
6	Kadar Air	7,13 %
7	Berat jenis kering	2,362
8	Penyerapan	2,775 %
9	Gradasi Butiran	Zona 4

Sumber : Hasil penelitian

2. Agregat Kasar

Tabel Data – data Split

No	Uraian	Keterangan
1	Kadar Air	3 702 %
2	Kadar Lumpur	3 297 %
3	Penyerapan	2 154 %
4	Berat isi gembur	1 37 gr / cm ³
5	Berat Isi Padat	1 55 kg / cm ³
6	Modulus Kehalusan	8 77
7	Berat jenis SSD	2 377
8	Berat jenis kering	2 326

Sumber : Hasil penelitian

Tabel Daftar Isian (formulir) Perencanaan Campuran Beton

No	Uraian	Tabel / Grafik Perhitungan	Nilai
1	Kuat tekan yang diisyaratkan	Ditetapkan Ayat 3.3.1	K350 pada 28 hari
2	Deviasi Standar	Tabel 1	bagian cacat 5% 7,5 N / mm ² atau tanpa data...N/mm ²
3	Nilai Tambah (margin)	Ayat 3.3.2 (1+3)	(k=1,64) 1,64 × 7,5 = 12,3 N/mm ²
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	Ditetapkan	22,5 + 12,3 = 34,8 N/ mm ²
5	Jenis semen	Ditetapkan	Portland Type I
6	Jenis agregat : kasar	Tabel 2	Split
7	Jenis agregat : halus	Grafik 1/2	Pasir
8	Faktor air semen bebas	Ditetapkan Ayat 3.3.3	0,61 (ambil nilai yang terkecil)
		Ditetapkan	0 48

9	Faktor air semen maksimum	Ayat 3.3.4	Slump 60 – 100 mm
10	Slump	Tabel 6 Ayat 3.3.5	
11	Ukuran agregat maksimum	Tabel 4	40 mm
12	Kadar air bebas	11:8 atau 7	215 kg/m ³
13	Jumlah semen	Ditetapkan	215 : 0,61 = 352 kg/m ³
14	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan	448 kg/m ³
15	Jumlah semen minimum	Ayat 3.3.2	275 kg/m ³
16	Faktor air semen yang disesuaikan	Ditetapkan	
17	Susunan besar butir agregat halus	Grafik 3 s/d 6	
18	Persen agregat halus		Daerah gradasi susunan butir IV 36 persen 2,473
19	Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)	Grafik 13	
20	Berat jenis beton	19 – (12 + 11)	2330 kg / m ³
21	Kadar agregat gabungan	17 × 19	2330 – (448 + 215) = 1.667 kg/m ³
22	Kadar agregat halus	19-22	36% x 1.667 = 600 kg/m ³
	Kadar agregat kasar		1.667 – 600 = 1.067 kg/m ³

Sumber : Hasil penelitian

B. Koreksi Campuran Beton Normal

Tabel koreksi campuran

Uraian	Semen (kg/m ³)	Pasir (kg/m ³)	Koral (kg/m ³)	Air (kg/m ³)	Total
Bahan campuran untuk 1m ³ beton	448	667	1000	215	2.330
Kadar air (%)	-	7,131	1,069	-	-
Penyerapan agregat (%)	-	2,775	1,715	-	-
Air bebas agregat (%)	-	4,356	0,646	-	-
Air bebas × bebas agregat (kg)	-	19,250	8,125	-	-
Total	448	700,512	1.011,555	215	2.330

- Perbandingan berat antara masing – masing campuran 1 m³ beton sebelum dikoreksi dan setelah dikoreksi kadar airnya adalah :

$$\text{Semen} = \frac{448}{448} = 1$$

$$\text{Pasir} = \frac{215}{448} = 0,48$$

$$\text{Split} = \frac{1031}{352} = 2,93s$$

$$\text{Air} = \frac{215}{352} = 0,61$$

- Komposisi campuran untuk setiap zak semen adalah :

$$1 \text{ zak semen} = 50 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 0,48 \times 50 = 24 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Pasir} = 1,49 \times 50 = 74,5 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Batu Split} = 2,23 \times 50 = 111,5 \text{ kg/m}^3$$

3. Benton Normal (BN)

Analisis kebutuhan semen, pasir, batu split, dan air, untuk 3 kubus adalah :

$$3 \times 0,003375 \times 1,2 = 0,0122$$

$$\text{Semen} : 0,0122 \times 448 = 5,466 \text{ Kg}$$

$$\text{Pasir} : 0,0122 \times 667 = 8,137 \text{ Kg}$$

$$\text{Split} : 0,0122 \times 1000 = 12,200 \text{ Kg}$$

$$\text{Air} : 0,0122 \times 215 = 2,623 \text{ L}$$

4. Benton dengan limbah abu ampas tebu 6% dan BetonMix 1% (BA6%BM)

Analisis kebutuhan semen, pasir, Batu Split, dan air, untuk 3 kubus adalah :

$$3 \times 0,003375 \times 1,2 = 0,0122$$

$$\text{Semen} : 0,0122 \times 448 = 5,466 \text{ kg} - 0,328 \text{ kg} = 5,138 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} : 0,0122 \times 667 = 8,137 \text{ Kg}$$

$$\text{Split} : 0,0122 \times 1000 = 12,200 \text{ Kg}$$

$$\text{Abu Ampas Tebu} : 6\% \times 5,466 \text{ Kg} = 0,328 \text{ kg}$$

$$\text{Air} : 0,0122 \times 215 = 2,623 \text{ L}$$

$$\text{BetonMix} : 1\% \times 5,466 = 0,055 \text{ ml}$$

5. Benton dengan limbah abu ampas tebu 12% dan BetonMix 1% (BA12%BM)

Analisis kebutuhan semen, pasir, Batu Split, dan air, untuk 3 kubus adalah :

$$3 \times 0,003375 \times 1,2 = 0,0122$$

$$\text{Semen} : 0,0122 \times 448 = 5,466 \text{ kg} - 0,656 \text{ kg} = 4,810 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} : 0,0122 \times 667 = 8,137 \text{ Kg}$$

$$\text{Batu Split} : 0,0122 \times 1000 = 12,200 \text{ Kg}$$

$$\text{Abu Ampas Tebu} : 12\% \times 5,466 \text{ Kg} = 0,656 \text{ kg}$$

$$\text{Air} : 0,0122 \times 215 = 2,623 \text{ L}$$

$$\text{BetonMix} : 1\% \times 5,466 = 0,055 \text{ ml}$$

6. Benton dengan limbah abu ampas tebu 24% dan BetonMix 1% (BA24%BM)

Analisis kebutuhan semen, pasir, Batu Split, dan air, untuk 3 kubus adalah :

$$3 \times 0,003375 \times 1,2 = 0,0122$$

$$\text{Semen} : 0,0122 \times 448 = 5,466 \text{ kg} - 1,312 \text{ kg} = 4,156 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} : 0,0122 \times 667 = 8,137 \text{ Kg}$$

$$\text{Batu Split} : 0,0122 \times 1000 = 12,200 \text{ Kg}$$

$$\text{Abu Ampas Tebu} : 24\% \times 5,466 \text{ Kg} = 1,312 \text{ kg}$$

$$\text{Air} : 0,0122 \times 215 = 2,623 \text{ L}$$

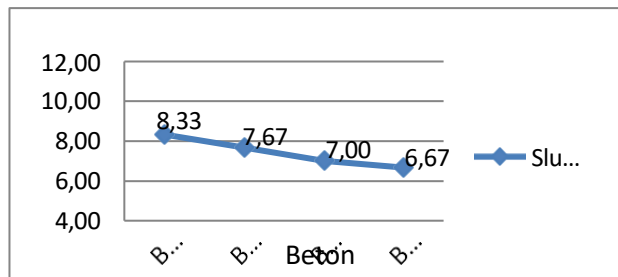
$$\text{BetonMix} : 1\% \times 5,466 = 0,055 \text{ ml}$$

C. Hasil pengujian slump beton

Tabel Nilai pengujian slump

Tanggal cor	Beton	Nilai slump (cm)
01 Mei 2024	Normal (BN)	8 33
01 Mei 2024	dengan limbah abu ampas tebu 6% dan BetonMix1% (BA6%BM)	7,67
01 Mei 2024	dengan limbah abu ampas tebu 12% dan BetonMix1% (BA12%BM)	7,00
01 Mei 2024	dengan limbah abu ampas tebu 24% dan BetonMix1% (BA24%BM)	6,67

Sumber : Hasil penelitian 2024



Grafik nilai pengujian slump beton

Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa slump yang dicapai mulai dari beton normal, beton dengan limbah abu ampas tebu 6%, 12%, dan 24% serta BetonMix 1% masih memenuhi slump yang disyaratkan antara 60 – 100 mm.

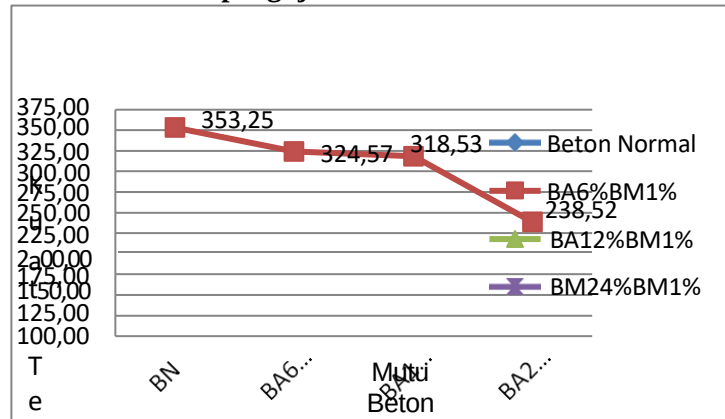
D. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Tabel Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 hari

Mutu Beton K350	No. Benda Uji	Berat	Luas (cm ²)	Nilai Kuat Tekan		σ Hancur (kg/cm ²)	Rata-Rata
				Kn	Kg		
BN	1	7 640	225	780	79.482	353 25	353,25
	2	7 590		800	81.520	362 31	
	3	7 650		760	77.444	344 20	
BA6% BM1%	1	7 760	225	710	72.349	321 55	324,57
	2	7 550		720	73.368	326 08	
	3	7 670		720	73.368	326 08	
BA12% BM1%	1	7.510	225	650	66.235	294 38	318,53
	2	7 480		700	71.330	317 02	
	3	7 560		760	77.444	344 20	
BA24% BM1%	1	7 380	225	490	49.931	221 92	238,52
	2	7 400		620	63.178	208 79	
	3	7 390		470	47.893	212 86	

Sumber : Hasil penelitian 2024

Grafik nilai pengujian kuat tekan beton



IV. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil analisis penelitian yang telah dilakukan penulis maka dapat diambil suatu Kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan pengujian slump dapat diketahui bahwa slump yang dicapai mulai dari beton normal, Beton dengan limbah abu ampas tebu 6%, 12%, 24% dan BetonMix 1% dari berat semen masih memenuhi slump yang disyaratkan antara 60 – 100 mm.
2. Kuat tekan mutu beton K350 yang dihasilkan dari Pengujian benda uji pada umur beton 28 hari, yang diuji adalah beton normal, beton dengan limbah abu ampas tebu 6%, 12%, 24% dan BetonMix 1% dari berat semen adalah :
 - Mutu beton K350 normal tanpa menggunakan campuran pengganti semen pada umur 28 hari didapat kuat tekan sebesar 353,25 kg/cm².
 - Mutu beton K350 yang menggunakan campuran limbah abu ampas tebu 6% dan BetonMix 1% dari berat semen pada umur 28 hari didapat kuat tekan sebesar 324,57 kg/cm².
 - Mutu beton K350 yang menggunakan campuran limbah abu ampas tebu 12% dan BetonMix 1% dari berat semen pada umur 28 hari didapat kuat tekan sebesar 318,53 kg/cm².
 - Mutu beton K350 yang menggunakan campuran limbah abu ampas tebu 24% dan BetonMix 1% dari berat semen pada umur 28 hari didapat kuat tekan sebesar 238,52 kg/cm².

3. Dari hasil kuat tekan yang didapat pada pengujian, beton yang menggunakan campuran limbah abu ampas tebu 6%, 12%, 24% dan BetonMix 1% dari berat semen tidak mempunyai kuat tekan yang melebihi dari mutu beton K350 normal.

B. Saran

Setelah melakukan penelitian tentang analisa kuat tekan beton dengan menggunakan campuran limbah abu ampas tebu 6%, 12%, 24% dan BetonMix 1% dari berat semen, maka perlu diperhatikan saran-saran sebagai berikut :

1. Perhatikan umur rendaman benda uji, karena sangat berpengaruh pada waktu pengujian.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui lebih akurat pengaruh campuran pengganti semen dengan jumlah persentase pengganti semen dan BetonMix yang lebih banyak dan pada umur beton lebih dari 28 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggrainy, R., Mulyadi, A., & Muhaimin, A. (2024). Pemanfaatan Limbah Abu Ampas Tebu Sebagai Pengganti Semen Untuk Campuran Mortar. *Jurnal Teknik Sipil UNPAL*, 13(2), 166–173. <https://doi.org/10.36546/tekniksipil.v13i2.1091>
- Asri Mulyadi, Saloma, S. A. N. (2024). ANALISIS CAMPURAN MUTU BETON K200 DENGAN SUBSTITUSI SEMEN DAN NaCl SEBAGAI BAHAN PENGGANTI AIR. *Jurnal Teknik Sipil UNPAL*, 14(1).
- Asri Mulyadi, Saloma, S. A. N. (2025). ANALYSIS OF THE EFFECT OF COMPRESSIVE STRENGTH OF MORTAR USING CANE. *Rang Teknik Journal UM Sumatera Barat*, 8(1), 184–191.
- Hanafiah, Saloma, Victor, & Amalina, K. N. (2017). The effect of w/c ratio on microstructure of self-compacting concrete (SCC) with sugarcane bagasse ash (SCBA). *AIP Conference Proceedings*, 1903(October 2023). <https://doi.org/10.1063/1.5011545>
- Mulyadi, A. (2012). Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Mortar. *Jurnal Teknik Sipil UNPAL*, 3(2), 1–12. <https://doi.org/10.32511/juteks.v8i1.964>
- Mulyadi, A., Asrullah, Surya Darma, W. H. H., & Hertanto, R. (2023). Analisis pengaruh

variasi penggunaan abu ampas tebu dan latex sebagai bahan pembuatan mortar polimer. *Jurnal Teknik Sipil UNPAL*, 13(2).

Pekerjaarr, D. (1971). *Bertulang indonesia* 1971.

Saloma, Hanafiah, & Ilma Pratiwi, K. (2016). Effect NaOH Concentration on Bagasse Ash Based Geopolymerization. *MATEC Web of Conferences*, 78. <https://doi.org/10.1051/mateconf/20167801025>